

Tudományos élet

Az összehasonlító idegsvetani kutatások mai állása a József Attila Tudományegyetem Általános Állattani és Biológiai Intézetében

Az idegsvetani kutatások, amelyeket 1926-tól kezdődőleg megszakítás nélkül végeztek, jelenleg hét irányban folytatódnak: 1. központi idegrendszer; 2. vegetatív dúcok; 3. szív és érrendszer; 4. tejmirigy; 5. belső elválasztású mirigyek; 6. bélsá-torna; 7. receptorok.

1. A központi idegrendszer kutatását évekkel ezelőtt tervbe vettem, azonban a háborút követő személyi és anyagi adottságok nem voltak alkalmasak arra, hogy a probléma fejtegetéséhez hozzákezdhesünk. Tanítványaim között akadtak ugyan egyesek, akik hozzákezdtek a munka egyes részleteihez, azonban az anatómiai megállapításoktól eltekintve, nagyobb eredmények eléréséig nem jutottak. A munkát tulajdonképpen 1960-ban kezdtem el a Szeged környéki nagyobb állóvizekben és a Holt-Tisza különböző szakaszaiban tömegesen élő két nagy vízbogárnak, a csíkbogárnak (*Dytiscus marginalis*) és a csibornak (*Hydrophilus piceus*) a vizsgálatával. Ezeknek az agyát és a központi idegrendszer többi szakaszait képező kisebb-nagyobb dúcait kiboncoltuk, s a legkülönbözőbb hisztológiai, hisztokémiai és cytológiai eljárásokkal megvizsgáltuk. Hogy a bogáragynak, illetőleg a csíkbogár agyának finom sejt- és rostrendszerét, s a neurontant támogató érintkezési (synaptikus) kapcsolatokat megismerjem, a későbbiek során részletes vizsgálat tárgyává tettem az agy jellegzetes központjainak, a gombatesteknek, a gerendának, a központi testnek, a szagló gomolyoknak (glomerulus) és a látólebenyeknek (lobus opticus) a finom szerkezetét. A központokat az elérhető legnagyobb élességben sikerült impregnálni, s a finom szerkezetet és a synaptikus kapcsolatokat világos formában előtűntetni. (1. ábra.)

A vizsgálatok során sikerült megállapítani, hogy a csíkbogár agyában egy rendkívül gazdag neuroszekréciós telep helyezkedik el, amelyen minden eddigi leletnél élesebben, differenciáltabban és meggyő-

zőbben igazolódott be az, hogy az agy elülső felében nagy, olyan, periferikusan lekerekített egygyűlványú idegsejtek vannak, amelyek az év minden szakában és minden napjában megszakítás nélkül működnek és hormonjellegű váladékot, ún. neuroszekrérumot termelnek. Megállapítottuk azt is, hogy a neuroszekrérum, amely először savanyúan festődő szemecskék alakjában jelenik meg a sejtekben, később nagyobb rögök formájában festhető meg, de ez a festés már nem a savanyú festékek használata mellett következik be, hanem a rögöcskék a bázikus festékekkel szemben tanúsítanak speciális affinitást. A neuroszekrérum szemecskéjének a termelődését és formálódását a különböző napszakokban készített preparátumokon pontosan nyomon lehetett követni és különböző hisztokémiai eljárások használata nyomán az is világossá vált, hogy a termelt neuroszekrérum egy glykogénfestésre reagáló protein, amelyet festés alapján glykoproteidnek minősítettünk. A neuroszekrérum szemecskéi a sejtektől két úton távoznak, az egyik a sejtnyúlvány, a másik általában a sejt felülete, főleg ennek az a része, amely a központi helyzetű rostrendszer felé tekint. A sejtek körül, ezek közvetlen közelében, de távolabb is, az idegsejtmentes rostrétegben, főleg délben és éjjel 12 óraker, továbbá napos, világos időben és tavasz kezdetén nagyobb tömegben láthatók a váladékszemecskék, amelyek az idegrostrendszerek közötti területeken mezőket formálnak. A váladékszemecskék másik része az egygyűlványú sejt nyaki tájékán csoportosul és innen, észrevehető sorokba rendeződve a nyúlványon halad végig.

Az agy jobb és bal oldalán két jól kivehető neuroszekréciós sejtcsoportnak a nyúlványaiból egy-egy párhuzamosan elrendeződő neuritekből álló pálya alakul ki. A pályák az agy közepe táján kereszteződnek, majd szétválnak és az agy hátsó felületén egy-egy periferikus idegbe mennek át, amely az agy mögött levő két sajtáságos

szerkezetű testbe, az ún. corpus cardiacumba, lép be. A váladékszemecek útja a pályákban, az idegrostokon és a rostok közötti térben is követhető. Nagyon érdekes, hogy a szemecskék tömegesen mindig a pályáknak a végén láthatók, ahol a pálya rostjai az agy területéről kilépőben vannak. Az elmondottak értelmében a váladékszemecek egy része a sejttest különböző részein keresztül az agy idegrostállományaiba vándorol. Azonban a váladékszemeceknek nem ez az egyetlen útja az agy rostrétegébe. Ugyanis ezüstözött készítményeken sikerült megállapítani azt, hogy a sejtől kilépő nyúlványok vagy legalább ezeknek egy része, a pálya mentén, illetőleg magában a pályának oldalágakat ad le, amelyek az agy rostrétegébe lépnek és itt, a rostok között elvegyülve, szabadon végződnek. Természetes, hogy a nyúlványon haladó neuroszekrénum szemecskék ezekbe az ágakba is belépnek, illetőleg maguknak ezek mentén is utat találnak. Ezek a szemecskék magában az agyban használnak fel. Az a neuroszekrénum pedig, amely a pályákon elhagyja az agyat, a testfolyadék útján az egész szervezetben elterjed, s az állapot életére, főleg az átalakulás folyamán, döntő befolyást gyakorol. Igen fontos szerepe van a nemi ciklus kialakításában, az izomműködésben és az idegrendszeri funkciók szabályozásában.

A központi idegrendszer szerkezetére vonatkozólag újabb vizsgálataim során beigazolódott, hogy az *Aplysia californica*, illetőleg *Aplysia limacina* nevezetű tengeri csiga központi idegrendszerének egyik részében, az ún. vizuális dúcban kimutathatók az interneuronális synapsisok (a neuronok közti átkapcsolódás helye). A kérdésre, amely jelenleg a gerinctelen állatok területére eső ideglettani vizsgálatok egyik sarok problémája, Th. Bullock, a los-angelesi egyetem idegfiziológus professzora hívta fel a figyelmemet, aki arra kért, hogy a kérdéses dúcban keressem meg az interneuronális synapsisokat, mert ezeknek a kimutatása, az összehasonlító ideglettani kutatások szempontjából igen nagy jelentőségű volna. Miután a feladat elvégzésére vállalkoztam, Bullock elküldte az idegrendszeri vizsgálatok céljára kiboncolt dúcokat. Ezekben hosszas, sokáig eredménytelen vizsgálatok után kimutattam az interneuronális synapsisokat és ezeket leírtam. (2. ábra.)

A központi idegrendszer megismerésére vonatkozó vizsgálataimat ez év folyamán a gerincesek összes osztályaira kiterjesztettem. Az osztályokon belül minden egyes gerincesnek az agyát és a gerincelejt vizsgáljuk strukturális szempontból. Különösen az idegsejt filogenezisének a prob-

lémája foglalkoztat. Kívánatos lenne az idegrendszer szövettani atlaszának kiadása; ezt indokolja a nemzetközi szükséglet és az a több mint 30 ezer idegkészítmény, amely birtokomban van, valamint a sok száz mikroszkópi rajz és fénykép, amely cikkeimből közlésre került, vagy közlésre elkészült.

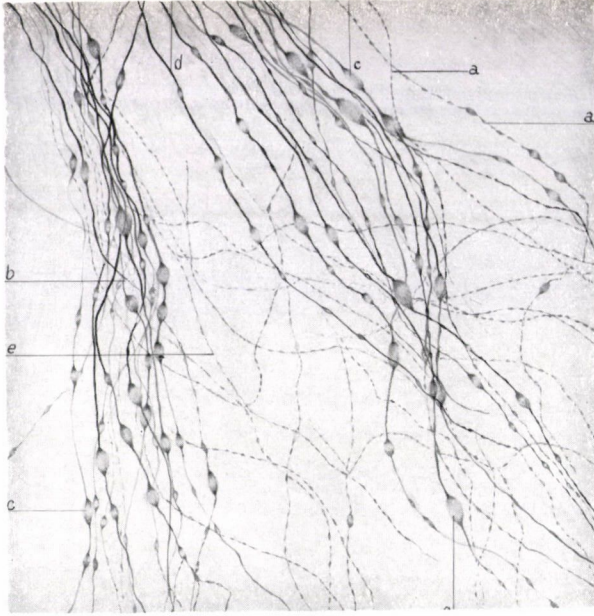
2. A vegetatív dúcok szövettani szerkezetének a kutatásával régóta foglalkozunk. Főleg a gerincoszlop mellett felsorakozó dúcok voltak azok, amelyeknek a szerkezetét és idegrostkapcsolatait kutattuk az elmúlt idők során a gerinces állatok összes osztályaira és az emberre kiterjedőleg. Különösen az emberi csillagdúcot (ganglion stellatum) tanulmányoztuk hosszabb időn keresztül abból a célból, hogy az ütőerek falában fellépő kóros elváltozások és a dúc szerkezeté között kapcsolatot mutassunk ki. A vizsgálatokról, amelyek az érbetegségek sebészi kezelése szempontjából hoztak fontos megállapításokat, számos előadásban és tanulmányban számoltam be.

Jelenleg a leningrádi Pavlov Intézet egyik kutatójával, *Babmindrával* a felsőnyaki sympathicus dúc (ganglion cervicale supremum) szerkezetét kutatjuk emlősből származó anyagon. A vizsgálatok célja kideríteni azt, hogy a dúcba érkező idegrostok hogyan kapcsolódnak a dúc sejtjeihez (synapsis) s a dúc tokjában levő érző idegelemek milyen végrendszereket alkotnak és milyen idegekből erednek.

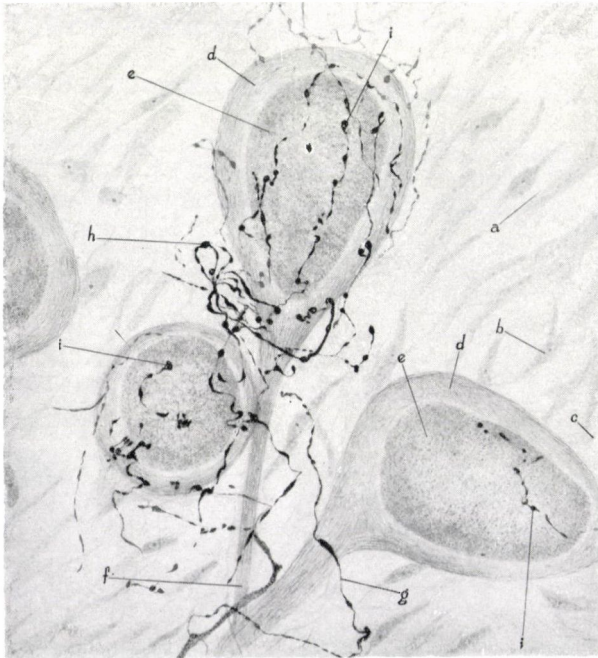
3. Több, mint 30 esztendeje vizsgálom a szív és az érendszer mikroszkopikus beidegzését. Vizsgálataimról sok közleményben számoltam be mind hazai, mind külföldi tudományos folyóiratokban. Idevonatkozó eredményeimet foglalja össze monográfiám: „Die mikroskopische Innervation des Herzens und der Blutgefäße von Vertebraten”.

A munkában szó van a gerincesek összes osztályaihoz tartozó állatok szívének a mikroszkopikus beidegzéséről, továbbá az ütőereknek, a visszereknek és a hajszálereknek finom idegellátásáról, s különösen részletes tárgyalásra kerültek az erek falában levő speciális receptorkészülékek, amelyek közül egyesek a vérenek az ér falára gyakorolt nyomását érzik meg (presszoreceptorok), mások pedig a vér vegyi összetételének, elsősorban az oxigén- és szénadtartalmának az észrevételére szolgálnak (chemoreceptorok). A könyvben külön tárgyalást kapnak a koszorús erek, a vesét ellátó véretek és az agyerek.

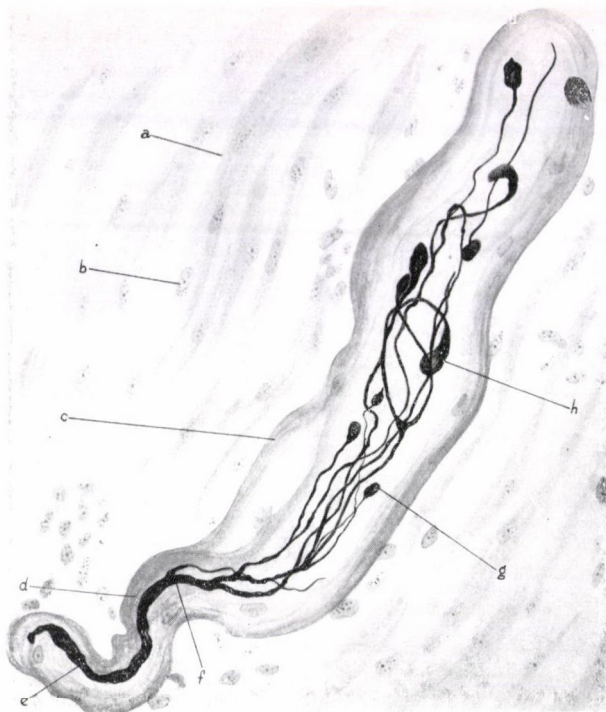
A véretek falában levő speciális ingerfeldolgozó idegkészülékek szerkezetével jelenleg is foglalkozunk. A munkát közösen végezzük Cubbinnal, a clevelandi orvos-



1. ábra. Csíkbogár (*Dytiscus marginalis*): agy, idegpályák a rostállományban. *a*) idegrost; *b*) idegpálya; *c*) esomócska (varix); *d*) vastag idegrost; *e*) vékony idegrost. Jabonero-féle eljárás



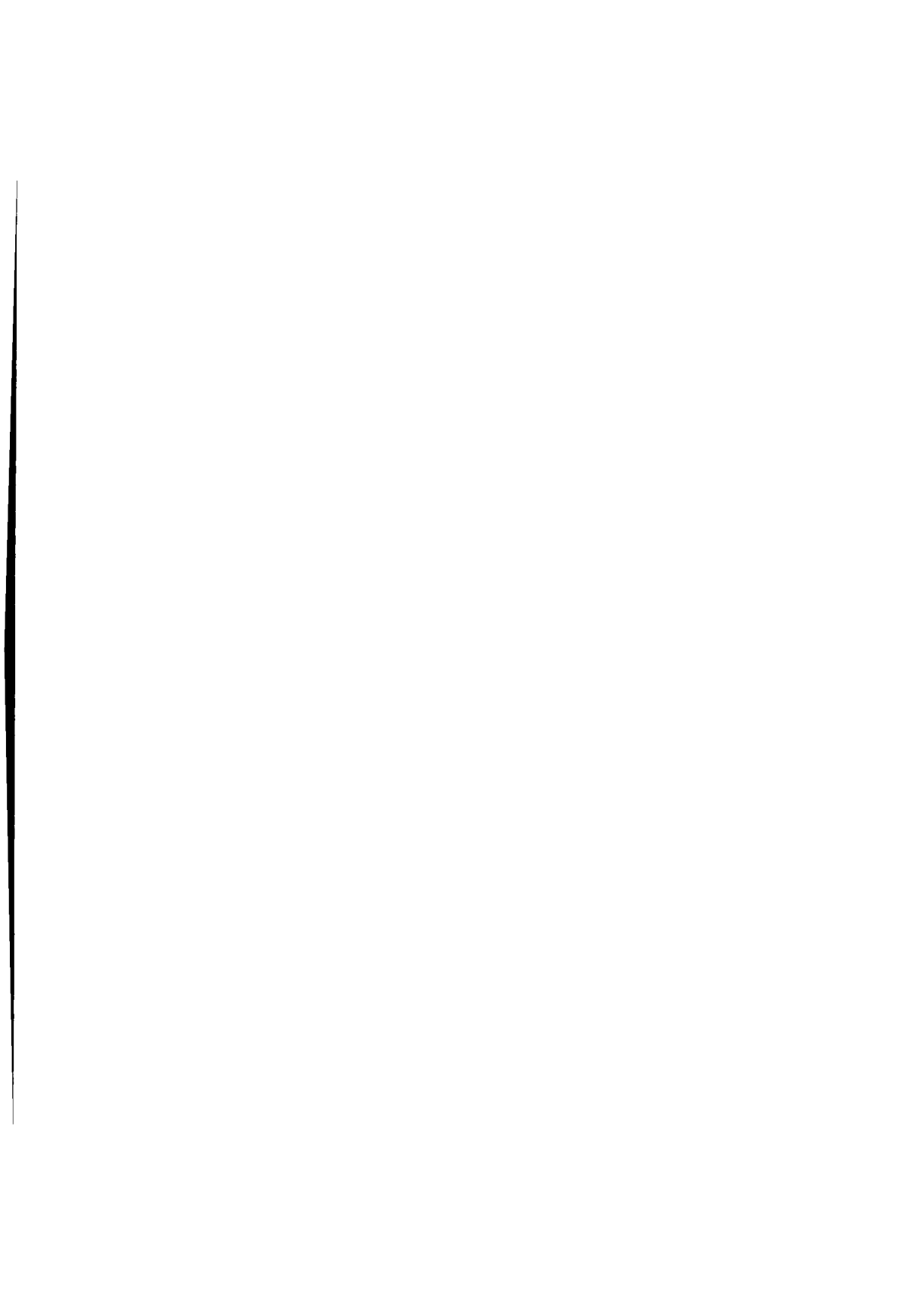
2. ábra. Kaliforniai tengeri nyúl (*Aplysia californica*): ganglion viscerale. Szinapszisok a sejttesten. *a*) Rostállomány (neuropil); *b*) gliasejt; *c*) gliarost; *d*) idegsejt; *e*) sejtmag; *f*) sejtnyújtvány; *g*) idegrost; *h*) esomócska (varix); *i*) érintkezés (synapsis) Bielschowsky-féle eljárás



3. ábra. Szarvasmarha (*Bos taurus*): érzőidegvégződés a esecsimbó felületi részéből.
a) Kötőszövet; *b)* kötőszöveti mag; *c)* kötőszöveti tok; *d)* velőhüvely; *e)* tengelyfonál;
f) elágazás; *g)* idegvégződés; *h)* neurofibrilla. Jabonero-féle eljárás



4. ábra. Szarvasmarha (*Bos taurus*): idegsejtek és idegrostok az idegsejtrétegben. (stratum gangliosum). *a)* Idegsejt; *b)* az idegsejt magva; *c)* neurofibrillák; *d)* neurit; *e)* dendrit;
f) idegrostok. Bielschowsky—Ábrahám-féle eljárás



egyetem kutatójával. Cubbin kutyákon mesterséges és tartós vérnyomásemelkedést idézett elő. Én az állatoknak a vérnyomás-érző idegvégkészülékeit vizsgálom meg abból a szempontból, hogy a vérnyomás-emelkedésnek van-e formáló hatása az érfalban levő felfogó készülékeknek a helyzetére és szerkezetére. A vizsgálathoz, amelyeket Cubbin felkérésére végez, 11-féle anyagot kaptam. A vizsgálatokat elvégeztük, a kapott eredmények közlésére a közeljövőben kerül sor.

4. A tejmirigy idegkapcsolatait szarvasmarhából eredő anyagon azért vizsgáljuk, hogy a tejleadásnál közreműködő reflexív érző és mozgató szálainak és talpinaik a helyét és szerkezetét megállapítsuk. A kérdés tisztázása gyakorlati szempontból is fontos, mert a talált ingerfelfogó készülékek helyéből, számából és szerkezetéből a zootchnikában használatos eljárások értékére vonatkozólag is fontos következtetéseket lehet vonni. Vizsgálataink értelmében a tejleadás reflexívének az érző végtalpai sajátos szerkezetű tokkal ellátott receptorok, a mozgató végtalpak finom véggömbök, illetőleg végkarikák, amelyek a vegetatív idegrendszer rostjaihoz tartoznak, s a tejesövek, illetőleg a tejöblök falában levő simaizomszövetekben foglalnak helyet. (3. ábra.)

5. A belső elválasztású mirigyek közül, az agyalapi mirigy (hypophysis cerebri), a tobozmirigy (epiphysis cerebri) és a mellékvese (glandula suprarenalis) esett vizsgálataink körébe.

6. A bélesatorna idegellátásán régóta dolgozunk. Ezen a területen experimentális vizsgálatokkal is alátámasztva, főleg a békáknak, teknősöknek és a madaraknak az idegrendszerét tettük vizsgálódás tárgyává. A vizsgálatok során, kiindulva az ebihalaktól a kifejlett állatokig, mikroszkóp alá kerültek a legkülönbözőbb bélszakaszok és ezekben a különböző idegsejtesoportok és idegrostfonadékok. Ezeken belül fontos megállapításokra került sor a synapsisokat illetőleg, amelyeket a bélfalba érkező, centrális eredetű rostok alkotnak a fal területére eső idegsejtesoportokkal. Ezek mellett azok a kapcsolatok is megvilágításra kerültek, amelyeket a fali idegrostfonadékból kilépő idegrostok alkotnak a végrehajtó, illetőleg felvevő sejtekkel.

7. A receptorok közül az exteroceptorokkal foglalkoztunk, amelyek a különböző gerinctelen és gerinces állatok köztakarójában helyezkednek el. Ezek közül főleg azokat vizsgáltuk meg, amelyek helyzetükből és szerkezetükből ítélve speciális feladatok elvégzésére szolgálnak. Ezek mellett a vizsgálatok nagyobb része a hallószervre és a szemre vonatkozott.

A hallószerv szerkezetét halakon és fiatal kutyákon vizsgáltuk meg. Vizsgálódásaink közül kiterjedtebbek és részletesebbek voltak azok, amelyek a halak hártás labirintusának a szerkezetére, illetőleg az idegellátására vonatkoztak. Ezen a területen leírtuk a hallóideg végkapcsolatait, mind a halló tarajokban (cristae acusticae), mind a halló foltokban (maculae acusticae). Megállapítottuk a rostok pontos végződését, tisztáztuk a hallódúcok szerkezetét, az őket alkotó bipolaris sejtek helyzetét, hangsúlyoztuk a feltűnő nagyságbeli különbséget és megállapítottuk azt, hogy neurofibrillák semmiféle más sejtben nem láthatók olyan élesen és elhatároltan, mint a hallóideg két dúcában, a ganglion vestibulare-ban és a ganglion spirale-ban.

A szem szerkezetét több mint 10 eszten-deje rendszeresen vizsgáljuk. Vizsgálatainkat bogarakon, sáskákon és gerinceseken végezzük. Főleg a szemhártyáknak az idegkapcsolatait tanulmányozzuk, különös tekintettel a ciliaris dúc (ganglion ciliare) helyzetére, szerkezetére, hisztokémiájára és idegrostkapcsolataira. Az eddigiek során megvizsgáltuk és az összes gerincesekre kiterjedőleg leírtuk a szaruhártya idegkapcsolatait, az inhártyája receptorait, a szemizmok, a szivárványhártya és a chorioidea idegfonadékeit és idegrostvégződéseit.

Különös gondot fordítottunk a retina (a szem ideghártyája) idegsejtrétegének (stratum gangliosum) a vizsgálatára. Magasabb fejlettségű emlősöknek és az embernek a retináján végzett vizsgálataink során, szemben az irodalmi adatokkal, megállapítottuk, hogy a retina idegsejtjei egyforma alakú, nagy „soksarkú” (multipoláris) sejtek, amelyek között vegetatív típusú elemeket nem lehet elkülöníteni. (4. ábra.) Megállapítottuk azt is, hogy a különböző érző végszervformák, amelyeket külföldi kutatók közöltek a retina idegsejtrétegéből, valójában nem idegen eredetű érző végformációk, hanem a nagy idegsejtek dendritjei, amelyeknek végágai kóros elváltozások következtében, sajátos bunkószzerű végstruktúrát kaptak. Leírtuk továbbá azt is, hogy a retina erein sajátos nyomásérző (preszszoreceptor) típusú idegvégalakulatok vannak.

A szemhártyák idegellátására és a ganglion ciliare szerkezetére vonatkozó vizsgálatainkat jelenleg is tovább folytatjuk. Főleg kísérletes úton arra igyekszünk fényt deríteni, hogy az egyes hártás idegellátásában a szem területére érkező agyidegeknek mennyi része van és a részesezős a különböző gerinces csoportokba tartozó állatok szemében milyen mértékű és milyen formájú. A ganglion ciliare szerkezetére, főleg az ebben végződő idegrostok synap-

sisaira vonatkozó vizsgálataink közösek a leningrádi Pavlov Intézet Morfológiai Osztályával. A vizsgálatokat a Pavlov Intézet egyik munkatársával közösen végezzük, főleg emlősökre vonatkozólag, és a vizsgálatok eredményét közös dolgozatban fogjuk közzétenni.

A receptorok kutatása területén jelenleg egy igen érdekes külföldi állapot vizsgálatával foglalkozunk. Ez egy tengeri sünfajta (*Diadema*). Ezen az állaton, amely sekély tengerparti vizeknek a lakója, azt észlelték, hogyha fény éri, akkor a tüskéi elkezdnek mozogni. A mozgás okát jelenleg két intézetben kutadják, egyik Los-Angeles-ben az egyetemi Allattani Intézet, melynek a vezetője Bullock professzor, a másik Londonban a Bedford College Allattani Intézete, amelynek vezetője Millot professzor. A világosság hatására jelentkező sajátságos mozgás okait nevezett professzorok a tüskék tövében elterülő reflexkészülék mechanizmusában vélik megtalálni. Mivel a feltételezett idegapparátust sem Los-Angelesben, sem Londonban nem tudták kimutatni, az anyagot mindkét helyről hozzám küldték vizsgálatra. A vizsgálatok folyamatban vannak, az eredmények biztatóak. A kérdést alkalmam volt szóban is megvitatni Bullock professzorral, aki két

esztendővel ezelőtt felkeresett és Millot professzorral is, akit az elmúlt nyáron Londonban meglátogattam, intézetében idegsvetettani készítményeket mutattam be és előadást tartottam.

Az idegrendszer svetettani szerkezetének a kutatását mi elsősorban fénymikroszkóppal folytatjuk.

Az elektronmikroszkópos vizsgálatok terén lemaradtunk és pedig egyszerűen azért, mert csak most kaptunk elektronmikroszkópot. Fénymikroszkóppal folytatott kutatásainkat összehasonlító alapon világviszonylatban egyedülállóan, az állatország összes típusaira kiterjedőleg végezzük. Ezeknek a vizsgálatoknak a létjogosultsága és szükségessége a jövőben is fennmarad, egyrészt azért, mert az idegrendszer filogenezisének a megismeréséhez ezek adják meg a tárgyilagos alapokat, másrészt az elektronmikroszkopikus képek értelmezéséhez elengedhetetlenül szükségesek a fénymikroszkóppal kapott megállapítások. Az eredmények, amelyek vizsgálódásaink során előkerülnek, arra is anyagot szolgáltathatnak, hogy az azonosságok látszatára építve, mesterséges neuronláncolatok megalkotásához alapul szolgáljanak.

ÁBRAHÁM AMBRUS

Külföldi vendégek előadásai

V. A. AMBARCUMJAN:

Explóziós folyamatok a galaxisok magjaiban

V. A. Ambarcumjan professzor az Örmény Tudományos Akadémia elnöke, a bjurakani obszervatórium igazgatója, aki 1961–64 között a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) elnöke volt, budapesti tartózkodása alkalmával június 24-én az akadémián előadást tartott kutatási eredményeiről és kozmogóniai elgondolásairól. Az általa vezetett modern asztrofizikai obszervatóriumban különös figyelmet szentelnek a galaxisok fejlődésével kapcsolatos vizsgálatoknak. Az intézet fő műszerének, egy 130 cm tükrátmérőjű (korrekciós lemez 100 cm), rendkívül fényerős, Schmidt rendszerű távcsőnek, és a másik két kisebb Schmidt távcsőnek fő programja a távoli halvány csillagrendszerek, galaxisok rendszeres fényképezése. (Az MTA Csillagvizsgáló Intézetének mátrai fő műszere ugyancsak Schmidt rendszerű.) A bjurakani óriás Schmidt távcső a világ legnagyobb objektív prizmával felszerelve halvány galaxisok színképi vizsgálataira is alkalmas.

Az extragalaktikus kutatások kiindulópontjául *Bude* és *Minkowski* 1953-ban publikált eredményei szolgáltak. Az említett amerikai csillagászoknak első ízben sikerült erős rádiósugárzást kibocsátó objektumokat, „rádiócsillagokat”, bizonyos speciális galaxisokkal azonosítani. Mint-hogy a rádiósugárzó galaxisok általában bonyolult, összetett alakzatoknak bizonyultak, Baade és Minkowski úgy vélték, hogy ezekben az esetekben összeütköző galaxispárokkal van dolgunk, és a galaxisok egymáson való áthaladása közben a gázfelhők összekeveredése okozná a megfigyelt rádiósugárzást. Ambarcumjan kezdettől fogva elvetette ezt a felfogást és hamarosan döntő megfigyelési tényeket vonultatott fel ellene. Kiderült ugyanis, hogy a rádiósugárzó galaxisok mind méret, mind elhelyezkedés szempontjából különleges objektumok a galaxisok világában, ami véletlenszerű összeütközések esetében nem várható.